

**ГУ «Кушмурунская средняя школа № 121 отдела  
образования акимата Аулиекольского района»**

# **ФИЗИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ.**



**Булынский А.Н.  
(зам.директора по УВР,  
учитель физики)**

2013 г.

УДК 373  
ББК 74.26  
Б 90

Рецензенты:

**Скопец Е.П.** – руководитель районного методического объединения учителей физики Аулиекольского района.

**Сухотёплая Г.И.**- директор ГУ «Кушмурунская средняя школа № 121 отдела образования акимата Аулиекольского района» Костанайской области

**Булынский А.Н.**

Б 90 «Физика на железнодорожном транспорте»: учебно-методическое пособие / А.Н.Булынский - Костанай: Кушмурунская средняя школа, 2013. – 49 с.

ISBN 978-601-7487-13-3

В основе содержания и структуры данного учебно-методического пособия лежит концепция допрофессионального образования. Данный прикладной курс расширяет и углубляет знания по всем разделам школьного курса физики; изложение материала строится в соответствии со школьным курсом. Каждая тема, рассматриваемая на занятиях раскрывает действие физических законов на примерах, взятых из конкретной практики железнодорожного транспорта, исторических фактах, содержит качественные и расчётные задачи. При изучении данного курса для стимулирования интереса учащихся и развития навыков работы с дополнительными источниками информации используются поисковые и проектные задания. Этот курс рекомендуется для учащихся 10-11 классов школ, расположенных на железнодорожных станциях. Пособие может быть использовано как учителем при проведении и подготовке уроков, занятий прикладного курса, так и выступать в роли самоучителя для учащихся 10-11 классов.

Утверждено и рекомендовано к изданию педагогическим советом ГУ «Кушмурунская средняя школа № 121 отдела образования акимата Аулиекольского района» Костанайской области в качестве учебно-методического пособия по физике.

УДК 373  
ББК 74.26

Протокол №1 от «29.08.2013 г.»

ISBN 978-601-7487-13-3

© Булынский А.Н., 2013 г.

## Содержание.

Пояснительная записка.	с.3
Содержание профильного курса «Физика на железнодорожном транспорте	с.6
Учебно-тематическое планирование.	с.10
Требования к уровню подготовки учащихся.	с.22
Краткий теоретический материал.	с.24
Задачи по физике с производственным содержанием.	с.40
Справочный материал для решения задач	с.50
Список использованной литературы	с.57

## Пояснительная записка

Среди основных целей общеобразовательной школы важными являются две: передача накопленного человечеством опыта в познании мира молодому поколению и развитие всех потенциальных способностей личности. Физика как учебный предмет в средней школе открывает исключительные возможности для развития учащихся. В условиях научно-технической революции, как в сфере производства, так и в сфере обслуживания все меньше требуется работников низкой квалификации и больше работников, которые способны управлять сложными современными машинами, автоматами, компьютерами и т.д. Поэтому у выпускников школ должны быть сформированы навыки обучения, дающие возможность в короткие сроки овладеть новой профессией или быстро переквалифицироваться при изменении производства.

Наука физика позволяет понять законы природы и успешно использовать достижения современных технологий. Значение физики в школьном образовании определяется ролью физической науки в жизни современного общества. Достижения физики широко используются в сфере железнодорожного транспорта. Прогресс науки и техники требует от человека максимального развития его способностей, умений и навыков трудовой деятельности. В этих условиях роль физики как основы техники значительно возрастает. Дальнейшее совершенствование политехнического обучения создаёт возможности для работы по профессиональной ориентации учащихся на профессии, связанные с железнодорожным транспортом. Большинство юношей 10-11 классов нашей школы в вечернее время посещают профессиональные курсы подготовки помощников машиниста электровоза при ТД-22 с вручением удостоверений государственного образца, около 70% выпускников школы в дальнейшем работают в железнодорожной отрасли.

Данный курс «Физика на железнодорожном транспорте» является прикладным, цель которого знакомство учащихся с важнейшими путями и методами применения знаний по физике на практике, т.е. на железной дороге; развитие интереса учащихся к современной технике и производству, ориентация на железнодорожные профессии. В данном курсе рассматривается применение знаний о тепловых, электрических, оптических явлениях, элементах кинематики и динамики, законах сохранения, физики атома и атомного ядра. Подчеркивается роль физики в современном производстве, тем самым создается мотивация для углубленного изучения

физики. Этот курс знакомит с историей внедрения новой техники на железной дороге. Каждая тема, рассматриваемая на занятиях раскрывает действие физических законов на примерах, взятых из конкретной практики железнодорожного транспорта, исторических фактах, содержит качественные и расчётные задачи. Выполнение данных заданий не только помогает изучению физики, но и заставляет выявлять межпредметные связи со спецдисциплинами, что в определенной степени влияет на уровень профессиональной подготовки. При этом усиливается практическая направленность изучения физики, углубляются знания материала основного и прикладного содержания курса. При изучении данного курса для стимулирования интереса учащихся и развития навыков работы с дополнительными источниками информации используются поисковые и проектные задания. В рамках курса предусматриваются практические занятия: выполнение лабораторных работ и экскурсии на предприятия железнодорожной отрасли.

**Главная цель курса:** углубление содержания основного курса физики и продолжение формирования учебно-познавательной, информационно-технологической компетенций и компетенции личностного саморазвития, на основе глубокой интеграции со спецдисциплинами с использованием информационных технологий.

**Задачи курса:**

- развивать общий подход к изучению законов физики; повысить уровень систематизации знаний;
- обеспечить понимание межпредметных знаний как эвристического принципа, способствующего углублению, развитию теоретических и практических знаний;
- развивать коммуникативные качества учащихся и способствовать развитию повышенного познавательного интереса к предмету, обеспечивая профессиональную ориентацию учащихся.

Изучение курса «Физика на железнодорожном транспорте» начинается в 10 классе (рассматриваются вопросы механики, молекулярной физики и термодинамики) и продолжается в 11 классе (основы электродинамики, электромагнитные колебания и волны, оптика, атом и атомное ядро).

Количество часов, отводимых на изучение курса:

10 класс - 34 часа (1 час в неделю)

11 класс - 34 часа (1 час в неделю)

По окончании изучения предусматриваются итоговые занятия, на которых учащиеся выступают с рефератами и защищают свои проектные работы.

Этот курс рекомендуется для учащихся 10-11 классов школ, расположенных на железнодорожных станциях или крупных железнодорожных узлах.

## **Программа прикладного курса**

### **«Физика на железнодорожном транспорте»**

**10 класс**

#### **Введение (1 ч.)**

Из истории развития железнодорожного транспорта

#### **Кинематика (6ч.)**

Скорости и ускорения на железнодорожном транспорте. Первые локомотивы и высокоскоростные поезда.

Маршрутная, конструкторская и эксплуатационная скорости транспортных средств.

Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте.

Тормозной путь поезда.

Допустимые радиусы и закругления железнодорожного пути.

Лабораторная работа «Изучение движения тела по окружности под действием нескольких сил».

Кинематика движения колёсной пары.

#### **Динамика (6ч.)**

Динамика движения локомотива. Динамика движения поезда на поворотах.

Сила трения на ж/д. Трение качения, трение скольжения. Сцепление колеса с рельсом.

Мощность поездов. Механическая работа локомотива.

Сравнение различных способов торможения.

Ширина колеи и устойчивость поезда. Монорельс.

Лабораторная работа «Измерение коэффициента трения скольжения»

#### **Законы сохранения в механике ( 2ч.)**

Реактивное движение. Реактивный двигатель на локомотиве. Гравитационно-вакуумный транспорт.

Столкновение вагонов.

#### **Механические колебания и волны (5 ч.)**

Колебания подвижного состава. Допустимые колебания на ж/д. Учёт колебаний в пассажирских перевозках.

Резонанс. Колебания мостов. Автоколебания проводов контактной сети.  
Вред и польза колебаний на ж/д.  
Шумы на ж/д. Ультразвуковая дефектоскопия.

Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.

Итоговое занятие «Механика».

### **Молекулярная физика и термодинамика (12 ч.)**

Расширение тел при нагревании. Термическое расширение на железнодорожном транспорте и способы борьбы с ним.  
Система пневматического торможения. Пневматика на стрелочных переводах.

Поезда на воздушной подушке.

Давление, оказываемое потоком газа. Явление переноса.

Перевозка кислот. Перевозка сжиженных газов.

Топливо для тепловозов. КПД локомотивов.

Капиллярная дефектоскопия.

Учёт капиллярных явлений и смачивания материалов при строительстве железнодорожного пути.

Холодильные машины. Вагон-рефрижератор.

Системы отопления пассажирских вагонов.

Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.

Обобщающие занятия. (2ч.) Использование новых достижений науки на транспорте

### **11 класс.**

#### **Основы электродинамики(12 ч.)**

Развитие источников тока на ж/д. Первые электрические экипажи и современные электровагоны.

Проблема передачи электроэнергии локомотиву. Электрическая цепь современной железной дороги.

Падение напряжения на элементах тяговой сети ж/д. Потери энергии в тяговой сети. Блуждающие токи.

Системы электрообогрева вагонов.

Работа тягового двигателя локомотива.

Магнитная подвеска высокоскоростных поездов.



Электромагнитное реле и его работа в системе автоблокировки на железной дороге.

Движение поезда и возникновение ЭДС индукции.

Магнитная дефектоскопия.

Кислотные и щелочные аккумуляторы в вагонном хозяйстве.

Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.

Итоговое занятие «Основы электродинамики».

### **Электромагнитные колебания (10ч.)**

Генераторы постоянного и переменного тока. Частота переменного тока на ж/д.

Система однофазного переменного тока на ж/д. Понятие о трёхфазном токе.

Электродвигатели переменного тока на ж/д. Синхронный и асинхронный двигатель.

Трансформатор. Система однофазного переменного тока на железнодорожном транспорте.

Понятие о рекуперации.

Лабораторная работа «Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле».

Лабораторная работа «Исследование электромагнитных колебаний с помощью осциллографа».

Радиосвязь на железнодорожном транспорте. Радиопомехи от контактной сети

Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.

Итоговое занятие «Электромагнитные колебания».

### **Оптика (7ч.)**

Использование оптических кабелей на транспорте. Строительство тоннелей при помощи лазера.

Цвет на транспорте. Световая сигнализация. Принцип работы прожектора.

Явление поляризации света. Применение поляризаторов на ж/д.

Использование интерферометров на железнодорожном транспорте. Лазерный интерферометр в туннелях.

Люминесценция и тепловое излучение. Люминесцентная дефектоскопия.

Применение фотоэффекта на железнодорожном транспорте.

Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.

Итоговое занятие «Оптика»

### **Атом и атомное ядро.(2 ч.)**

Радиоактивные светосоставы. Атомный локомотив. Перспективы будущего.  
Радиоизотопные датчики

### **Итоговые обобщающие занятия.(2 ч.)**

Использование достижений современной науки на железнодорожном транспорте.  
Перспективы развития железнодорожной отрасли Казахстана.

### Учебно-тематическое планирование.

№ урока	Учебные элементы. Тема.	Кол-во часов	Дата	Методы и формы обучения	Формы контроля	Результат
<b>10 класс</b>						
Введение (1 ч.)						
1/1	Из истории развития железнодорожного транспорта.	1		Лекция.	Фронтальная беседа	Знание основных фактов из истории становления и развития железнодорожного транспорта.
Кинематика (6ч.)						
2/1	Скорости на железнодорожном транспорте. Маршрутная, конструкторская и эксплуатационная скорости транспортных средств. Первые локомотивы и высокоскоростные поезда.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, проблемно-поисковое задание, демонстрация Коллективная работа.	Индивидуальный опрос.	Формирование навыка проведения поисковой и исследовательской деятельности, как под руководством учителя, так и самостоятельно
3/2	Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте.	1		Рассказ, проблемно-поисковое задание. Работа в группах.	Защита решения конструкторских задач по теме.	
4/3	Тормозной путь поезда.	1		Рассказ, решение задач с техническим и конструкторскими	Защита решения конструкторских	

				торским содержанием, индивидуальная работа, работа в парах.	задач по теме.	
5/4	Допустимые радиусы и закругления железнодорожного пути.	1		Рассказ, демонстрация, индивидуальное решение задач.		
6/5	Лабораторная работа «Изучение движения тела по окружности под действием нескольких сил».	1		Экспериментальное задание, работа в группах.	Индивидуальная защита отчётов о проделанной работе.	
7/6	Кинематика движения колёсной пары.	1		Рассказ, решение задач технического содержания; работа в парах	Индивидуальный опрос.	
Динамика (6ч.)						
8/1	Динамика движения локомотива. Динамика движения поезда на поворотах.	1		Лекция, демонстрация, фронтальная беседа.	Решение задач.	Формирование навыка выступлений перед аудиторией, умения аргументировать свою позицию,
9/2	Сила трения на ж/д. Трение	1		Рассказ, демонстрация,	Решение задач.	

	качения, трение скольжения. Сцепление колеса с рельсом.			поисково - проблемное задание (поиск и составление задач технического и конструкторского содержания)		формирование культуры устной и письменной речи с использованием научно-технических терминов.
10/3	Мощность поездов. Механическая работа локомотива.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах. Фронтальное решение задач.	Устный опрос. Самостоятельное решение задач.	
11/4	Сравнение различных способов торможения.	1		Проблемно-поисковое проектное задание.	Защита проектных заданий.	
12/5	Ширина колеи и устойчивость поезда. Монорельс.	1		Семинар	Выступление и защита сообщений	
13/6	Лабораторная работа «Измерение коэффициента трения скольжения»	1		Экспериментальное задание; работа в группах	Индивидуальная защита отчётов о проделанной работе.	
<b>Законы сохранения в механике. ( 2ч.)</b>						
14/1	Реактивное движение. Реактивный двигатель на локомотиве. Гравитационно - вакуумный транспорт	1		Рассказ, демонстрация , сообщение учащихся.	Устный опрос.	
15/2	Столкновение вагонов.	1		Рассказ, иллюстрация	Устный опрос.	

				на примерах. Фронтальное решение задач.	Самосто- ятельное решение задач.	
Механические колебания и волны. (5 ч.)						
16/1	Колебания подвижного состава. Допустимые колебания на ж/д. Учёт колебаний в пассажирских перевозках.	1		Рассказ, демонстрация , сообщения учащихся.		Знание учащимися основных сфер применения законов механики на железнодорож- ном транспорте.
17/2	Резонанс. Колебания мостов. Автоколеба- ния проводов контактной сети. Вред и польза колебаний на ж/д.	1		Рассказ, демонстрация , сообщения учащихся.	Самостояте льное решение задач.	
18/3	Шумы на ж/д. Ультразвуко- вая дефектоско- пия.	1		Проблемно – поисковое проектное задание. Работа в группах.	Защита проектных заданий.	
19/4	Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.	1			Подготовка и защита отчётов.	
20/5	Итоговое занятие «Механика».	1			Письмен- ный зачёт.	
Молекулярная физика и термодинамика. (12 ч.)						
21/1	Расширение тел при	2		Рассказ, демонстрация		Осознание учащимися

	нагревании. Термическое расширение на железнодорожном транспорте и способы борьбы с ним.			, решение задач технического содержания.		прикладного характера основных физических законов.  Дальнейшее формирование навыка публичных выступлений.
22/2	Система пневматического торможения. Пневматика на стрелочных переводах.	1		Сообщения учащихся		
23/3	Поезда на воздушной подушке.	1		Сообщения учащихся		
24/4	Давление, оказываемое потоком газа. Явление переноса.	1		Сообщения учащихся, решение задач технического и конструкторского содержания.	Устный фронтальный опрос.	
25/5	Перевозка кислот. Перевозка сжиженных газов.	1		Сообщения учащихся, решение задач технического и конструкторского содержания. Работа в парах	Защита результатов работы в парах.	
26/6	Топливо для тепловозов. КПД локомотивов.	1		Рассказ, решение задач.	Устный опрос.	
27/7	Капиллярная дефектоскопия.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах. Поиск информации.		

28/8	Учёт капиллярных явлений и смачивания материалов при строительстве железнодорожного пути.	2		Рассказ, иллюстрация на примерах. Поиск информации подготовка сообщений.	Защита рефератов и сообщений.	
29/9	Холодильные машины. Вагон-рефрижератор	1		Рассказ, сообщения учащихся, решение задач.	Устный фронтальный опрос.	
30/10	Системы отопления пассажирских вагонов.	1		Рассказ, сообщения учащихся, решение задач технического содержания.		
31/11	Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.	1			Подготовка и защита отчётов.	
32/12	Итоговое занятие «Молекулярная физика и термодинамика»	1			Письменный зачёт по теме.	
<b>Обобщающие занятия. (2ч.)</b>						
33/1 34/2	Использование новых достижений науки на транспорте	2			Семинар.	
<b>11 класс</b>						
<b>Основы электродинамики.(12 ч.)</b>						
1/1	Развитие источников тока на ж/д. Первые электрические	1		Рассказ, сообщения учащихся		Осознание учащимися прикладного характера основных



	экипажи и современные электровозы.					физических законов.  Дальнейшее формирование навыка публичных выступлений
2/2	Проблема передачи электроэнергии локомотиву. Электрическая цепь современной железной дороги.	1		Рассказ, демонстрация		
3/3	Падение напряжения на элементах тяговой сети ж/д. Потери энергии в тяговой сети. Блуждающие токи.	1		Рассказ, решение задач технического содержания.	Решение задач	
4/4	Системы электрообогрева вагонов.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах		
5/5	Работа тягового двигателя локомотива.	1		Рассказ, решение задач		
6/6	Магнитная подвеска высокоскоростных поездов.	1		Рассказ, сообщения учащихся, решение задач.		
7/7	Электромагнитное реле и его работа в системе автоблокировки на железной дороге.	1		Рассказ, демонстрация, поиск информации в технической литературе.	Защита сообщений по теме.	

8/8	Движение поезда и возникновение ЭДС индукции.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, решение задач конструкторского содержания.	Защита проектных заданий	
9/9	Магнитная дефектоскопия.	1		Рассказ, сообщения учащихся		
10/10	Кислотные и щелочные аккумуляторы в вагонном хозяйстве.			Рассказ, иллюстрация на примерах		
11/11	Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.	1			Подготовка и защита отчётов.	
12/12	Итоговое занятие «Основы электродинамики».	1			Письменный зачёт по теме.	
<b>Электромагнитные колебания и волны. (10ч.)</b>						
13/1	Генераторы постоянного и переменного тока. Частота переменного тока на ж/д.	1		Рассказ, демонстрация		Осознание учащимися прикладного характера основных физических законов.
14/2	Система однофазного переменного тока на ж/д. Понятие о трёхфазном токе.	1		Лекция		
15/3	Электродвигатели переменного тока на ж/д. Синхрон-	1		Рассказ. Практическая работа в группах.	Защита результатов работы в группах.	

	ный и асинхронный двигатель.					
16/4	Трансформатор. Система однофазного переменного тока на железнодорожном транспорте.	1				Дальнейшее формирование навыка публичных выступлений
17/5	Понятие о рекуперации.	1				
18/6	Лабораторная работа «Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле».	1		Экспериментальное задание; работа в группах	Индивидуальная защита отчётов о проделанной работе.	
19/7	Лабораторная работа «Исследование электромагнитных колебаний с помощью осциллографа».	1		Экспериментальное задание; работа в группах	Индивидуальная защита отчётов о проделанной работе.	
20/8	Радиосвязь на железнодорожном транспорте. Радиопомехи от контактной сети	1		Сообщения учащихся.		
21/9	Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.	1			Подготовка и защита отчётов.	

22/10	Итоговое занятие «Электромагнитные колебания».	1				
Оптика (7 ч.)						
23/1	Использование оптических кабелей на транспорте. Строительство тоннелей при помощи лазера.	1		Проблемно – поисковое проектное задание (подбор технической информации из дополнительных источников.	Выступление и защита сообщений	
24/2	Цвет на транспорте. Световая сигнализация. Принцип работы прожектора.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, решение задач технического и конструкторского содержания.		Осознание учащимися прикладного характера основных физических законов.  Дальнейшее формирование навыка публичных выступлений
25/2	Явление поляризации света. Применение поляризаторов на ж/д.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, решение задач технического и конструкторского содержания	Защита проектных заданий	
26/3	Использование интерферометров на железнодорожном транспорте. Лазерный интерферометр в туннелях	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, решение задач технического и конструкторского содержания	Защита проектных заданий	
27/4	Люминесцен-	1		Рассказ,		

	ция и тепловое излучение. Люминесцентная дефектоскопия.			иллюстрация на примерах, решение задач, сообщения учащихся.		
28/5	Применение фотоэффекта на железнодорожном транспорте.	1		Рассказ, иллюстрация на примерах, решение задач технического и конструкторского содержания	Самостоятельное решение задач.	
29/6	Экскурсия на предприятие железнодорожного транспорта.	1			Подготовка и защита отчётов.	
30/7	Итоговое занятие «Оптика»	1				
Атом и атомное ядро.(2 ч.)						
31/1	Радиоактивные светосоставы. Атомный локомотив. Перспективы будущего.	1		Проблемно – поисковое проектное задание (подбор технической информации из дополнительных источников.		
32/2	Радиоизотопные датчики	1		Рассказ, иллюстрация на примерах,		

				решение задач технического и конструкторского содержания		
Итоговые обобщающие занятия.(2 ч.)						
33/1	Использование достижений современной науки на железнодорожном транспорте.	1		Семинар		Видение учащимися перспектив развития железнодорожного транспорта, знание области применения достижений современной науки.
34/2	Перспективы развития железнодорожной отрасли Казахстана.	1				

## Требования к уровню подготовки.

<b>Введение.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Знание основных фактов из истории становления и развития железнодорожного транспорта.	
<b>Кинематика.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Допустимые ускорения и радиусы закругления на ж/д. Скорости на ж/д. (маршрутная, эксплуатационная, конструкционная). Применение законов кинематики на ж/д.	Рассчитывать тормозной путь поезда, его скорость с учетом допустимых ускорений.
<b>Динамика.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Значение законов динамики на ж/д транспорте. Влияние ширины колеи на устойчивость поезда.	Применять для расчета динамики движения поезда законы Ньютона. Определять коэффициент трения скольжения.
<b>Законы сохранения в механике.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Значение законов сохранения импульса и энергии на ж/д.	Применять для расчета движения поезда законы сохранения энергии и импульса. Уметь рассчитать механическую работу локомотива, мощность поезда, КПД.
<b>Механические колебания и волны.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Допустимые колебания на ж/д. Понятие ультразвуковой дефектоскопии.	Рассчитывать характеристики колебаний на ж/д.
<b>Молекулярная физика и термодинамика.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
Принцип действия системы пневматического торможения с точки зрения газовых законов. Принцип работы рефрижератора, применяемое на тепловозах топливо.	Рассчитывать давление газов в баллонах. Рассчитывать КПД двигателей, работу за один ход поршня. Составлять уравнения теплового

Роль капиллярных и тепловых явлений на ж/д.	баланса. Рассчитывать высоту подъема жидкости по капилляру.
<b>Основы электродинамики.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
<p>Принцип действия электростатической защиты и ее применения на ж/д.</p> <p>Технические характеристики электрической цепи ж/д. Технические характеристики электрооборудования локомотивов.</p> <p>Технику безопасности при работе с электроприборами.</p> <p>Принцип работы тягового двигателя локомотива, роль электромагнитного реле в системе автоблокировки.</p> <p>Устройство и принцип действия аккумуляторов, и их применение на ж/д.</p> <p>Закон электромагнитной индукции.</p>	<p>Рассчитывать силу взаимодействия двух заряженных тел.</p> <p>Оказывать первую помощь при поражении электрическим током.</p> <p>Рассчитывать электрическую цепь постоянного тока на ж/д.</p> <p>Рассчитывать силу, действующую на проводник с током в магнитном поле</p> <p>Применять 1 закон Фарадея.</p> <p>Рассчитывать ЭДС возникающую при движении локомотива.</p>
<b>Электромагнитные колебания и волны.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
<p>Характеристики переменного тока на ж/д.</p> <p>Принципы радиосвязи .</p>	<p>Рассчитывать простые цепи однофазного переменного тока.</p>
<b>Оптика.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
<p>Оптические системы на ж/д. и их принцип действия.</p> <p>Применения лазеров и интерферометров на ж/д.</p>	<p>Применять законы оптики для расчета оптических систем на ж/д.</p> <p>Принцип работы фотоэлементов в системах автоблокировки.</p>
<b>Атом и атомное ядро.</b>	
<b>Ученик должен знать:</b>	<b>Ученик должен уметь:</b>
<p>Перспективу развития ядерной физики на ж/д</p>	



## **Краткий теоретический материал.**

### **Проявление физических явлений и законов на железнодорожном транспорте.**

#### **Скорости на железнодорожном транспорте.**

Какую же скорость развивает железнодорожный состав? И какую мог бы развить?

Начнем со времен зарождения перевозок по рельсам с помощью паровых машин – паровоз.

Первый паровоз, построенный в 1803г. англичанином Ричардом Тревитиком, мог развивать скорость всего лишь 10км/ч, но уже поезд Джорджа Стефенсона по первой в мире железной дороге с регулярным движением между английскими городами Стоктоном и Дарлингтоном шел со скоростью 24км/ч.

Двадцать четыре километра в час! Это, конечно, была не скорость даже по тем временам. Ведь поезда перегоняли бегущие рядом зеваки! Вот почему в железнодорожных правилах того времени значилось вошедшее теперь в поговорку, правило уже с другим смыслом, запрещение: «Не бегите впереди паровоза!» И хотя Стефенсон, этот гениальный изобретатель-самоучка, читать-писать научившийся только в 18 лет, обещал построить локомотив, который будет развивать скорость более 32км/ч. Над изобретателем посмеивались, называя его изобретение «самоваром на колесах».

В отметку Стефенсон назвал свой паровоз «Ракета». Этот паровоз участвовал и победил в «паровозных гонках» 4-х машин в 1829 году «Битва паровозов», благо англичане очень интересовались всяческими гонками! Паровоз уже мог развивать скорость более 50км/ч. Паровозы «Ракета» стали курсировать на железнодорожной линии Ливерпуль-Манчестер, которую построили под руководством самого Стефенсона.

В России первый «сухопутный паровоз» (всего 2м в длину), который ходил по «Тагильской железной дороге» протяженностью 1км со скоростью 15км/ч, построили в 1834 году отец и сын Черепановы.

Максимальная скорость закупленных за границей паровозов, курсировавших по первой в России Царскосельской железной дороге (Петербург-Павловск), открытой в 1837 году, была уже 64км/ч. Пассажиры перед поездкой по дороге шли сначала в церковь и заказывали там молебен.

На смену паровозам пришли тепловозы и электровозы. Экспресс ЭР-200 на трассе Москва-Санкт-Петербург развивает скорость до 200км/ч. В Японии с 1964 года действует скоростная трасса «Токайдо», по которой поезда движутся со скоростью 210-275км/ч. А во Франции поезд Париж-Бордо мчится уже со скоростью 350км/ч. Максимальная скорость 515км/ч.

Транспортники называют среднее значение скорости маршрутной скоростью, определяя ее как отношение пройденного по маршруту пути ко времени преодоления маршрута. Разумеется, маршрутная скорость меньше максимально допустимой расчетной скорости данного транспортного средства, называемой конструкционной скоростью. Маршрутная скорость зависит от множества причин. Для поезда – это и состояние пути, и наличие поворотов, подъемов, остановок, задержек и т.д. Так для поезда ЭР – 200 с конструкционной скоростью 200км/ч маршрутная скорость составляет приблизительно 150км/ч. пригородные поезда при конструкционной скорости 130км/ч имеют маршрутную около 40 – 50км/ч. Так что, увеличивая конструкционную скорость транспортного средства, следует позаботиться о том, чтобы возрастала и его маршрутная скорость. И еще одна скорость важна на транспорте. Это так называемая эксплуатационная скорость, которая рассчитывается с учетом простоя средства передвижения. То есть, она находится как отношение того пути, которое проходит транспортное средство за время его эксплуатации, к величине этого времени. И здесь из расчета специалистов наиболее эффективным будет

конвейерный способ перевозок: непрерывно движущийся конвейер – поезд с замедлением вагонов – кабин на остановках обеспечит эксплуатационную скорость порядка 20км/ч (для сравнения эксплуатационная скорость железнодорожного транспорта сейчас всего 6 – 7км/ч).

## **Ускорение на железнодорожном транспорте.**

### ***Значение ускорения на железнодорожном транспорте.***

Для увеличения маршрутной скорости существенно достижение максимальной скорости движения за возможно короткое время. Быстро разогнаться желательно, но не всегда удобно. В поезде при резком начале движения или внезапном изменении скорости могут сдвигаться со своих мест незакрепленные предметы. Все это происходит из – за того, что эти тела по разным причинам не успевают набрать ту же скорость, что и транспорт. Но даже когда мы получаем такое же ускорение, как и движущее нас транспортное средство, все равно мы чувствуем себя не совсем комфортно. Медики установили, что человек чувствует себя особенно плохо. Когда ускорение направлено вдоль тела человека. Это связывается с тем, что в данном случае кровь перемещается вдоль тела, приливая к голове или наоборот. Это и вызывает неприятные ощущения. Гораздо легче человеком переносится возникающее ускорение, направленное не вдоль тела, а поперек. На железнодорожном транспорте ощущения, связанные с появлением ускорения, менее заметны – скорости небольшие, да и возможности их резкого изменения невелики. Но устанавливается все же некоторое значения величины ускорения, которое считается допустимым и не вызывающим неудобств у пассажиров –  $1,5\text{м/с}^2$ . при таких ускорениях пассажир не испытывает неприятных ощущений, может без больших трудностей передвигаться по вагону, не сдвигаются со своих мест незакрепленные вещи. Поезд, как правило, плавно набирает ход. Наибольшее ускорение достигается в самом начале движения, когда необходимо быстрее разогнаться. С применением новых типов двигателей

на железнодорожном транспорте ускорения все возрастают. Поезда с использованием так называемых линейных двигателей могут приобретать ускорения порядка  $1,5\text{ м/с}^2$ .

Ускорения возникают также и при движении поезда под уклон. Они тоже невелики, так как уклоны железных дорог не большие. Небольшие уклоны делаются во избежание затруднений в преодолении сильно груженными составами крутых подъемов (ввиду отсутствия достаточной мощности двигателей локомотивов или из-за нарушений по какой – либо причине нормальных условий сцепления колес с рельсами). Обычно уклоны не превышают  $h=10\text{ м}$  подъема (для скоростных пассажирских трасс –  $20\text{ м}$ ) в расчете на  $1\text{ км}$  пути. Но и в этом случае ускорение состава при спуске будет невелико.

$$a=g \sin \alpha=gh/S=9,8*28,5/1000=0.3\text{ м/с}^2.$$

### *Замедление при торможении.*

Для увеличения маршрутной скорости важно не только быстро разогнаться в начале движения, но и быстро останавливаться в конце. Резко затормозить состав является большой проблемой. Используемые пневматические тормоза обеспечивают замедление только порядка  $a = 0,6 - 0,7\text{ м/с}^2$ . Более эффективные специальные электротормоза, использующие рекуперативный и реостатный способы торможения, позволяют достичь замедлений  $a=0,9\text{ м/с}^2$ . Разработанные в последнее время магнито – рельсовые тормоза, тормозные колодки которых прижимаются уже не к колесу, а непосредственно в рельсу, дают замедления  $a = 0,9 - 1,1\text{ м/с}^2$ . Испытания показывают перспективы доведения этой величины уже до  $1,9\text{ м/с}^2$ . Использование бесконтактного движения поездов на воздушной подушке или магнитной подвеске дает возможность увеличить тормозное ускорение. В этом случае отключение двигателя приводит к оседанию вагонов на основании железнодорожного полотна своими «башмаками»,

закрепленными внизу корпуса вагона. За счет большого трения удастся добиться торможения с величиной ускорения  $1,6\text{м/с}^2$ .

Разрабатываются и специальные системы торможения с использованием парашютов, дополнительных тормозных двигателей. В этом случае отрицательные ускорения уже могут достигать значительно больших величин, и потребуются введение мер. Обеспечивающих нормальную обстановку в поезде и нормальное самочувствие пассажиров.

При торможении состава транспортников больше интересует не величина ускорения, а зависящий от этого ускорения тормозной путь, пройденный поездом до полной остановки. Сокращение этого пути позволит повысить безопасность движения (эффективность экстренного торможения в случае аварии), а также увеличить пропускные возможности магистрали (уменьшить временной интервал между поездами) без опасения, что в случае неполадок у одного поезда движущийся за ним не успеет вовремя остановиться. Для поездов тормозной путь устанавливается в пределах 1000 – 1700м, для электричек – 500м.

### **Тормозной путь поезда.**

При торможении состава транспортников больше интересует не величина ускорения, а зависящий от этого ускорения тормозной путь, пройденный поездом до полной остановки. Сокращение этого пути позволит повысить безопасность движения (эффективность экстренного торможения в случае аварии), а также увеличить пропускные возможности магистрали (уменьшить временной интервал между поездами) без опасения, что в случае неполадок у одного поезда движущийся за ним не успеет вовремя остановиться. Это очень важно при все возрастающей скорости железнодорожных составов.

Для поездов тормозной путь устанавливается в пределах 1000-1700м, для электричек - 500 м.

### **Импульс. Закон сохранения импульса.**



Опытные машинисты могут подавать локомотив (причем, в том числе и с вагонами) к составу совсем без удара. Рассказывают, что как-то один машинист - ас на спор подвесил к буферной тарелке первого в составе вагона свои дорогие швейцарские часы и подъехал на локомотиве к составу так, что лишь прикоснулся к стеклышку циферблата часов, совершенно их не повредив.

А вот случай, произошедший на железной дороге в 1935 году. Машинист грузового состава вынужден был отцепить на подъеме 36 вагонов, так как состав никак не мог преодолеть подъем. Машинист решил отвезти сначала часть вагонов, а затем вернуться за остальными. Но те покатались под уклон назад со скоростью 15 км/ч. Машинист идущего следом поезда заметил движущийся на него сцеп вагонов, вовремя остановился и, дав задний ход, также развил скорость 15 км/ч.

Благодаря этому маневру ему удалось принять 36-ти вагонный сцеп на свой поезд без малейшего повреждения.

Нарисуйте схему данного происшествия и поясните происшествие физическим законом.

## Сортировка вагонов и комплектование составов.



Сортировка вагонов и комплектование составов происходит на так называемых «сортировочных горках». Хотя «горка» имеет сложный профиль, схематично ее можно представить возвышением с углом наклона  $\alpha$ . Локомотив подает состав, толкая впереди себя вагоны на возвышение с определенной скоростью. Скорости эти невелики, порядка  $v_0=1,5\text{ м/с}$ . Высота  $h$  возвышения тоже небольшая: всего 3 – 4 м. Если длина вагона  $l=14\text{ м}$ , то получается, что при подаче вагонов на вершину («горб») горки со скоростью  $v_0=1,5\text{ м/с}$  они будут следовать друг за другом с интервалом времени  $\Delta t=l/v_0=14/1,5=9\text{ с}$ . Проходя «горб» такой горки, вагоны (предварительно отцепленные) начинают скатываться вниз вдоль наклонной плоскости горки с ускорением (если не рассматривать сил сопротивления движению)  $a=g\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол наклона горки. В конце горки длиной  $S$  они будут иметь скорость (учитывая, что  $S=(v - v_0)/\alpha$  и  $h=S \sin \alpha$ ),

$$v=\sqrt{v_0^2+2 \alpha S}=\sqrt{v_0^2+2gS \sin \alpha}=\sqrt{v_0^2+2gh}$$

При высоте горки  $h=3\text{ м}$  расчет дает скорость для каждого вагона около  $8\text{ м/с}$ .

Разогнанные таким образом вагоны направляются диспетчером по разным путям у основания горки в зависимости от их назначения.

## **Сила трения на железнодорожном транспорте.**

Движущая сила поезда – это сила зацепления колес локомотива за рельсы. Ее называют силой сцепления  $F_{дв}=F_{сц}$ . Но поверхность колес гладкая, как и поверхность «головки» рельса. Так что, вроде бы не за что зацепиться. На заре развития железнодорожного транспорта для обеспечения сцепления делали специальные зубчатые рельсы, а у локомотива были зубчатые колеса. В 1803 году испытывался первый паровоз Тревитика с гладкими незубчатыми колесами, стоящий на таких же гладких рельсах. Никто не верил, что паровоз может сдвинуться с места. И разогнаться и остановиться паровозу помогли силы трения.

Сила трения скольжения  $F_{тр.с}$  определяется материалами взаимодействующих поверхностей, степенью их обработки, чистоты. Это взаимодействие характеризуется коэффициентом трения скольжения  $\mu_c$ . Сила трения скольжения зависит и от степени соприкосновения поверхностей, то есть, пропорциональна давлению, которое оказывает движущееся тело на поверхность. Но по третьему закону Ньютона поверхность, в свою очередь действует на тело с такой же по величине силой  $N$ , но направленной в противоположную сторону силе давления на нее. Эта сила  $N$  называется силой реакции опоры. Таким образом, величину силы трения скольжения можно определить через величины  $\mu_c$  и  $N$ :

$$F_{тр.с} = \mu_c N$$

Сила, с которой тело действует на горизонтальную опору вследствие тяготения к Земле, называется вес.

## **Шумы на железной дороге.**

Шум-это распространение звуковых волн всевозможных частот одновременно. На транспорте шум в основном возникает от взаимодействия



колес с рельсами при трении, ударах на стыках. При увеличении скорости шум растет пропорционально логарифму скорости, а максимум интенсивности шума смещается в область все больших частот. Известно, что при больших скоростях шум внутри вагона может превысить порог утомляемости для человека. Поэтому, в пассажирских вагонах для погашения шума используют звукопоглощающие материалы, специальные мембраны, резонаторы и поглотители.

Но шум может стать непереносимым и в не поезда, особенно, если поезда несутся с огромными скоростями. Тогда вблизи железной дороги становится невозможно жить. И не только из-за шума. Ведь звук – это распространяющиеся колебания по воздуху и по земле. Доходя до близко расположенных зданий, эти колебания могут вызывать их вибрацию, а порой даже разрушения. Защищают от шума лесозаграждениями и шумопоглощающими заборами. Для уменьшения вибрации почвы рельсы укладываются на резиновых амортизаторах, бандажи колес предлагают делать из высокоэластичных материалов /резины, полиуретана/.

### **Тепловые явления на железной дороге.**

Наличие зазоров на стыках рельсов необходимо для компенсации их термического расширения. Однако, стык - самое слабое место пути, именно он разрушается в первую очередь. Именно поэтому на железных дорогах большое распространение получает бесстыковый путь, в котором отдельные 25-метровые рельсы сварены в сплошные плети длиной 800-950м. Основная, средняя часть каждой рельсовой плети прочно закрепляются, перемещаться могут лишь ее концевые участки, длина которых рассчитывается заранее с учетом марки рельсов, возможного перепада температур и т.д. Обычно она составляет длину 70-100м. Стыки между плетями все же остаются. Термическое расширение - то происходит по-прежнему, но стыков, зато гораздо меньше. А чтобы компенсировать удлинение, между двумя соединениями рельсовыми путями укладывают 2-4 небольших

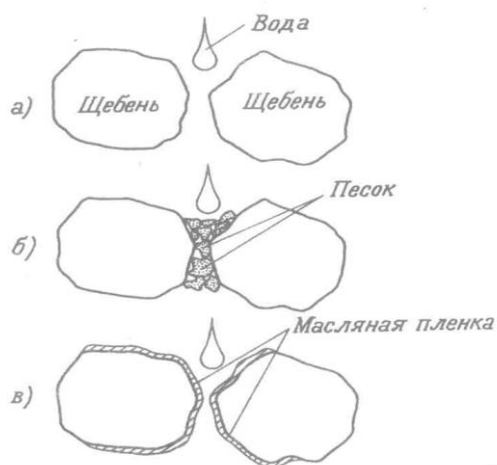
уравнительных рельса. Весной и осенью эти рельсы заменяются: весной устанавливаются более короткие, осенью – более длинные.

Еще один способ борьбы с термическим расширением рельсов предложили шведские конструкторы. Поскольку основная причина нагрева рельса - солнечное излучение, то они соответствуют выкрасить рельсы железнодорожного пути в белый цвет. Такие рельсы меньше нагреваются (белая краска отражает часть солнечных лучей), а значит – и меньше удлиняются.

### **Капиллярные явления на железной дороге.**

Капиллярные явления, смачивание и не смачивание материалов играют большую роль в «жизни» железнодорожного пути. Так, строители железных дорог принимают специальные меры, чтобы вода, попадающая на полотно (например, во время дождя) и вызывающая коррозию рельсов и гниение деревянных шпал, эффективно с него удалялись. Для этой цели шпалы укладываются на балласт – слой щебня, насыпанный в виде призмы. Балласт не только смягчает удары поезда о рельсовые стыки, но и способствует просушке пути, поскольку вода хорошо проходит через щебень и затем по откосам стекает вниз.

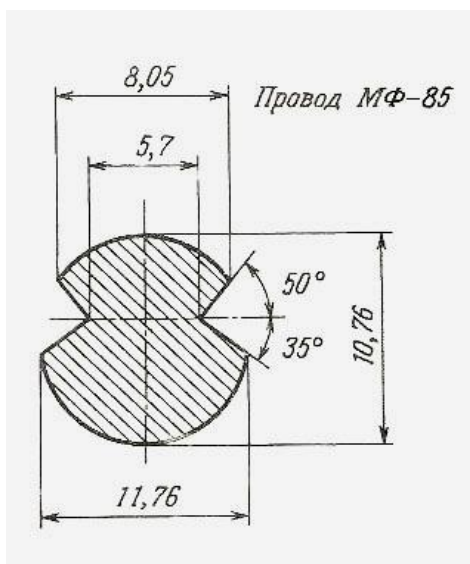
Но балласт хорошо пропускает влагу, пока он «свежий». В процессе же эксплуатации дороги на него попадают песок, грязь, мусор, нефтепродукты и т.д. К чему это приводит? Во-первых, когда загрязненный песок попадает в щели между камушками, которые составляют щебень, то эти щели засоряются, причем в местах контакта песчинок возникают тысячи мелких капилляров, хорошо удерживающих воду.



Во-вторых, загрязненные щебень и песок могут вообще перестать смачиваться водой, (при попадании, например, на них жидких нефтепродуктов). В обоих случаях, вода, попавшая на путь, отводится от рельсов и шпал гораздо хуже. Поэтому капитальный ремонт пути предусматривает очистку щебня, - эту работу выполняют специальные балластоочистительные машины.

### **Сопротивление контактного провода.**

Десятки, сотни тысяч километров поводов разного назначения тянутся вдоль железных дорог. Это лишь на первый взгляд может показаться, что провод контактной сети (по нему скользит токоприемник электровоза) – обычная проволока, по которой идет ток. К контактному проводу предъявляются жесткие требования: он должен обладать низким электрическим сопротивлением, иметь высокую механическую прочность, быть износоустойчивым, не поддаваться коррозии. Форма сечения контактных проводов, применяемых на железных дорогах, близка к окружности, но все же ею не является. Контактный провод марки МФ, наиболее распространенный из применяемых на железных дорогах имеет два продольных паза, необходимых для крепления различных зажимов.



Площадь поперечного сечения проводов различных типов составляет 65, 85, 100 и 150 мм<sup>2</sup>. Удельное сопротивление технической меди, используемой для изготовления проводов контактной сети, может быть заметно выше, чем 0.017 мкОм\*м.

Провод, по которому подводится электрический ток к локомотиву, не единственный элемент контактной сети. Для его подвески применяется несущий провод, который (в случае дорог постоянного тока) зачастую тоже находится под напряжением, прежде всего на тех участках, где поперечное сечение проводов контактной сети недостаточно велико. Наряду с медными несущими проводами используют биметаллические (изготовленные из двух разных металлов) несущие тросы, свитые из отдельных проволок, стальная сердцевина которых покрыта тонким слоем меди, а также тросы, изготовленные из стальной и алюминиевой проволоки. Сочетание более прочной на разрыв стали с менее прочными, но зато обладающими малым сопротивлением медью и алюминием, позволяют использовать такие провода даже в местах активного химического воздействия атмосферы.

### **Системы электрообогрева вагонов**

В системах электрообогрева вагонов потери электроэнергии на «джоулево» тепло приносят пользу. Электрические печи располагаются на

полу в коридорах, вагонах, туалетных, служебных помещениях, в купе. Приборы электрического отопления, питающиеся от высоковольтной магистрали, подключаются через токоприемник электровоза к контактной сети. Общая мощность электронагревательных приборов, устанавливаемых в пассажирском вагоне, составляет 40 - 48кВт; отдельные печи имеют мощность 0.5 - 5кВт и соединяются последовательно, поэтому рассчитаны (в зависимости от марки) на напряжение 450 - 1500В. Недостаток этой системы отопления состоит в том, что оборудованные ей вагоны могут эксплуатироваться лишь на электрифицированных участках железных дорог.

Именно поэтому более широкое распространение получила система водяного отопления с комбинированным котлом, в котором вода может нагреваться как при помощи электрических нагревательных элементов, так и при сгорании угля в топке котла.

#### **Аккумуляторы в вагонном хозяйстве.**

Для снабжения электроэнергией потребителей в вагоне поезда используются щелочные и кислотные аккумуляторные батареи: так в пассажирских вагонах с кондиционированием воздуха и напряжением электрической сети 110В устанавливают батареи, состоящие из 56 кислотных или 82-86 щелочных аккумуляторов.

В кислотном аккумуляторе отрицательный электрод (катод) сделан из свинца Pb; положительный электрод (анод) – тоже свинцовый, но покрыт слоем PbO<sub>2</sub>.

В качестве электролита используется 25-34%-ный водный раствор серной кислоты H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; электрохимические реакции происходят в результате взаимодействия электродов с продуктами диссоциации серной кислоты с положительными ионами водорода H<sub>2</sub> и отрицательными комплексами кислотного остатка SO<sub>4</sub>.

При разрядке кислотного аккумулятора протекает химическая реакция  $PbO + Pb + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O$

Для зарядки же аккумулятора его катод соединяют с отрицательным электродом источника постоянного тока, а анод - с положительным.

В заряжающемся кислотном аккумуляторе протекает обратная реакция:  $2PbSO_4 + 2H_2O = PbO_2 + 2H_2SO_4$ , возвращающая его элементы практически в исходное состояние.

Полностью заряженный кислотный аккумулятор имеет ЭДС 2.10 - 2.15 В и способен поддерживать разрядный ток 40 - 80 А в течение 5 - 10 часов непрерывной работы (в зависимости от марки аккумулятора и величины разрядного тока).

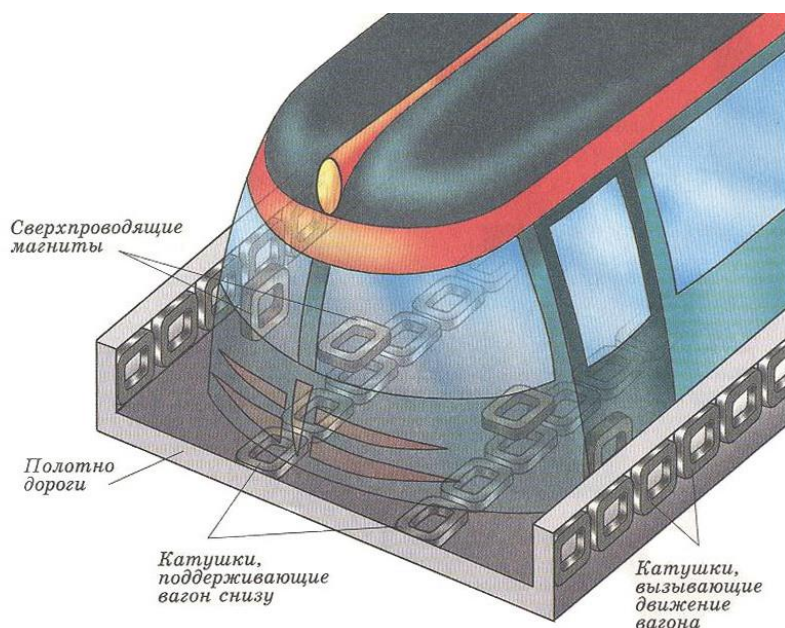
В щелочном аккумуляторе положительным электродом является слой гидроксида никеля Ni(OH), а отрицательным – железная пластина из сплава кадмия и железа. Электролитом служит 20% раствор едкого калия или едкого натра. При разрядке аккумулятора Ni(OH) на положительном электроде переходит в неполный гидрат окиси никеля NiO(OH), а на отрицательном электроде железо переходит в Fe(OH)

При зарядке аккумулятора эти реакции идут в обратном направлении.

ЭДС полностью заряженного щелочного аккумулятора составляет около 1.45 В. Он способен поддерживать разрядный ток 50-70 А в течение 5-6 часов. В последние годы щелочные аккумуляторы получают все большее распространение, так как они выполняются из менее дефицитных материалов, а потому – дешевле, чем кислотные; кроме того, они проще в эксплуатации.

В настоящее время на пассажирских вагонах, выпускаемых в нашей стране, устанавливают, в основном, именно щелочные аккумуляторы.

## Принцип действия систем с магнитной подвеской.



В настоящее время разрабатываются конструкции магнитной подвески двух типов. Первый тип – электромагнитный – основан на притяжении магнита стальными рельсами специальной конструкции. Магнитное поле создается с помощью соленоидов, расположенных в нижней части поезда. При прохождении тока через соленоиды вагон притягивается к рельсу, расположенному над соленоидами вагона, однако между вагоном и рельсом остается зазор, величина которого контролируется специальным датчиком. К достоинствам этого типа подвески можно отнести то, что она работает и при движущемся и при неподвижном вагоне. К сожалению, подвеска, основанная на притяжении, является неустойчивой, так как при увеличении зазора (например, из-за колебаний состава при движении) сила притяжения магнита к рельсу резко уменьшается, и вагон может даже упасть на путь.

Второй способ подвески – электродинамический – основан на взаимном отталкивании токов. Магнитное поле токов соленоидов, с токами, возникающими при движении поезда в хорошо проводящем (например,

изготовленном из алюминия) основании полотна (эти токи возникают вследствие явления электромагнитной индукции).

Величина индуцируемых токов (а значит и сила отталкивания) зависит от скорости движения состава, и поэтому прежде, чем вагон оторвется от полотна, его предварительно приходится разгонять примерно до 40км/ч, для чего поезд снабжается обычными колесами.



## Задачи по физике с производственным содержанием для учащихся.

### МЕХАНИКА.

#### *Скорости на железнодорожном транспорте.*

1. Что больше: маршрутная, конструкционная или эксплуатационная скорость транспортного средства?
2. Поезда имеют скорости соответственно 72 км/ч и 20 м/с. Который из них движется быстрее?
3. Поезда движутся со скоростями 36 км/ч и 12 м/с. Какой поезд движется быстрее?
4. Локомотив и электропоезд движутся со скоростями 72 км/ч и 10 м/с. Есть ли опасность столкновения поездов на стрелке, если оба поезда находятся от стрелки в начальный момент времени на одинаковом расстоянии?

#### *Равномерное движение.*

1. Когда вы находитесь в вагоне равномерно движущегося поезда, как, хотя бы приблизительно, можно подсчитать величину скорости, если вам известна длина рельса  $l=25$  м.
2. Поезд за равные промежутки времени совершает равные перемещения. Что можно сказать о движении этого поезда?
3. Удары о стыки рельс повторяются через каждые 2 с. Определите скорость поезда, если известно, что длина рельсовой плети 25 м. Что можно сказать о движении этого поезда?

#### *Равнопеременное движение.*

1. Показать, как относятся пути, пройденные поездом при равноускоренном движении за первую, вторую, третью и т.д. секунды.
2. Поезд при скорости 150 км/ч начинает тормозить и останавливается, пройдя 425 м. Каким при этом было его ускорение? Является ли оно допустимым на железнодорожном транспорте?
3. Не проедет ли поезд мимо станции, если при скорости 100 км/ч он начал тормозить на расстоянии 600 м от перрона. Считать, что тормоза, стоящие на поезде пневматические.

4. Какой тормозной путь будет у электропоезда с пневматическими тормозами, если он двигался со скоростью 80 км/ч?
5. Определить ускорение торможения поезда, если при скорости 200 км/ч его тормозной путь составил 1,5 км. Является ли это ускорение допустимым?

### *Движение по окружности.*

1. Чему равно ускорение поезда при движении с постоянной по модулю скоростью 200 км/ч по закруглению радиусом 2.5 км.
2. На дороге Петербург - Москва наименьший радиус закругления составлял 1.6 км. Какую скорость можно было развить на такой магистрали с учетом допустимых ускорений?
3. Подсчитайте максимальную и минимальную допустимые скорости прохождения поездом закругления пути радиусом 3 км, если расчетная его скорость, под которую делается наклон пути при повороте,  $V=200$  км/ч. Ширина колеи 1520 мм, высота центра тяжести вагонов над рельсами  $h = 2$  м.
4. Поезд движется по закруглению  $R=500$  м. Ширина колеи 1520 мм. Наружный рельс расположен на 12 см выше внутреннего. При какой скорости движения поезда на закруглении реборды колес не оказывают давления на рельсы?
5. Подсчитайте, какие скорости может развить шаропоезд, если радиусы закругления пути не менее 2500 м, а угол наклона дорожного полотна равен  $45^\circ$ .

### *Законы Ньютона.*

1. Сколько груженых вагонов по 50 т может тащить по подъему в 10 м на 1 км пути локомотив, если его масса 200 т, коэффициент трения скольжения 0.15, а сила сопротивления движению составляет 0.003 от веса состава.
2. Масса и вес железнодорожного состава. В чем принципиальная разница?
3. Слова академика В.Н. Образцова: "Опыты показывают, что по плохой грунтовой дороге сила, нужная для передвижения телеги, равна 0.1 веса телеги, по хорошей грунтовой дороге сила эта равна 0.05 от веса, по шоссе - 0.03 от веса, а по железной дороге - всего 0.003 от веса". Чем вы это объясните?

4. По какому максимально возможному уклону может подниматься локомотив без вагонов, если коэффициент трения скольжения  $k=0.15$ ? Соппротивление движению не учитывать.
5. Какова должна быть сила тяги, чтобы локомотив массой 200т мог сдвинуть с места без пробуксовки состав массой 5000т? Коэффициент трения покоя  $k=0.35$ , коэффициент трения качения колес вагонов - 0.0015. Радиус колес - 0.52 м.
6. Больше какой величины не может быть коэффициент трения в подшипниках, чтобы локомотив, развивающий силу тяги 500 кН, мог везти состав массой 30000т.
7. Поезд массой 500т движется равнозамедленно при торможении; при этом его скорость уменьшается в течении 1минуты от 40 км/ч до 28 км/ч. Найти силу торможения.
8. Какую силу надо приложить к вагону, стоящему на рельсах, чтобы вагон стал двигаться равноускоренно и за 30 секунд прошел 11м? Масса вагона 16т. Во время движения на вагон действует сила трения, равная 0.05 веса вагона.
9. Поезд массой 300т за 3 минуты развил скорость 200км/ч. Какова была средняя мощность двигателей во время движения?

### ***Закон сохранения импульса.***

1. Снаряд весом 980 Н, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком весом 100Н и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если:
  1. вагон стоял неподвижно,
  2. вагон двигался со скоростью 36км/ч в том же направлении, что и снаряд,
  3. вагон двигался со скоростью 36 км/ч навстречу снаряду?
2. На рельсах стоит платформа массой 10т. На платформе укреплено орудие массой 5т, из которого производится выстрел вдоль рельсов. Масса снаряда 100кг, его начальная скорость относительно орудия 500м/с. На какое расстояние откатится платформа при выстреле, если:
  1. платформа стояла неподвижно,
  2. платформа двигалась со скоростью 18 км/ч и выстрел был произведен в направлении ее движения,

3. платформа двигалась со скоростью 18 км/ч и выстрел был произведен в направлении противоположном направлению ее движения.

Коэффициент трения платформы о рельсы равен 0.002

3. Вагон, движущийся со скоростью  $V$ , ударяется в цепочку стоящих не сцепленных вагонов одинаковой с ним массы. Что произойдет при таком соударении?

### *Механические колебания.*

1. С какой скоростью двигался вагон массой 20 т, если при ударе о стенку каждый буфер сжался на 10 см? Известно, что пружина каждого из буферов сжимается на 1 см под действием силы в 10 кН.
2. Буферные пружины железнодорожного вагона массой 60 т сжимаются на 1 см при воздействии силы в 30 кН. Чему равна жесткость пружин и период возможных горизонтально - поступательных колебаний?
3. Как изменится частота колебаний пассажирского вагона при заполнении его пассажирами, если его масса без пассажиров - 50 т, а он вмещает 40 человек /средний вес пассажира с багажом считать равным 100 кг/?

### *Механические волны.*

1. Проверив рельсовый путь ударами по одному концу рельсовой плети, на другом ее конце зафиксировали, что звук по рельсу дошел на 3 с раньше, чем по воздуху. Чему равна длина плети, если скорость звука в воздухе 330 м/с, а в рельсе 5800 м/с?
2. Какова глубина залегания дефекта в стальном изделии, если, используя эхо- метод зафиксировали приход отраженного от дефекта сигнала через 4 мкс после его испускания? Скорость ультразвука в стали принять  $V=5800$  м/с.

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

### *Механические свойства твердых тел.*

1. Оцените, на какую величину укорачивается рельсовая плеть в морозную  $-30^{\circ}\text{C}$  погоду. Принять температурный коэффициент

расширения стали равным  $12 \text{ мкК}$ , длину одного перемещающегося участка плети, измеренную при  $0^\circ\text{C}$  - 80м.

Силами трения, препятствующими перемещению концов плети, пренебречь.

2. Одно из названий железной дороги - "чугунка", так как рельсы для нее изготовлены из чугуна. Рассчитайте, на сколько длина стального рельса при  $+50^\circ\text{C}$  отличается от длины чугунного, если при  $-20^\circ\text{C}$  длины рельсов были одинаковы /12 5 м/. Термический коэффициент линейного расширения чугуна принять равным  $10 \text{ мкК}^{-1}$ , стали -  $12 \text{ мкК}^{-1}$ .

3. Что произойдет с отверстием, просверленным в рельсе, если рельс нагревается: увеличится? уменьшится? останется неизменным?

Ответ поясните.

### ***Уравнение Менделеева-Клапейрона.***

1. Система пневматического торможения поезда имеет недостаток: поворотом крана машинист выпускает воздух из тормозной магистрали в атмосферу, однако спад давления в воздухораспределителях разных вагонов происходит не одновременно. Этот недостаток особенно заметен у длинных составов: слишком большое время требуется, чтобы атмосферное давление "добежало" до последних вагонов. Поезд тормозится не сразу, что может привести к аварии. Попробуйте предложить способ, как, не отказываясь от принципа пневматического торможения, можно ликвидировать этот недостаток.

2. Предложите, как можно подать сигнал тревоги /например, пожарной/ в большом цехе, где людям приходится применять наушники /очень шумно/, темные очки /работает электросварка/, где находится много электрооборудования, создающего радиопомехи. Другими словами, в таком цеху не помогут ни объявления по внутризаводской радиосети, ни индивидуальные радиоприемники, ни средства визуального оповещения /сигнальные лампы/. Как быть?

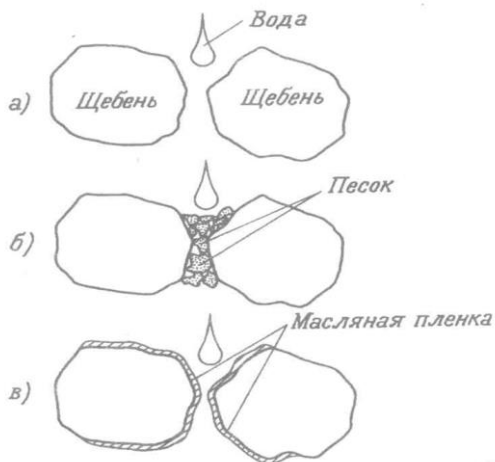
### ***Капиллярные явления***

1. Даны три варианта расположения камней щебня-балласта:

- а/ щебень с чистой поверхностью
- б/ щебень с песком,

в/ щебень, загрязненный маслом.

Нарисуйте, что произойдет с каплей воды, попавшей в зазор между камешками в каждом из этих случаев.



### **Основы термодинамики.**

1. Для работы паровоза с КПД 7% необходим уголь, удельная теплота сгорания которого 30 МДж/кг, а для работы тепловоза /КПД 28%/ - дизельное горючее / удельная теплота сгорания 42 МДж/кг /. Во сколько раз можно уменьшить на локомотиве запас топлива, заменив паровоз на тепловоз?

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

### **Законы постоянного тока.**

1. Необходимо электрифицировать участок железной дороги длиной 40 км. При каком поперечном сечении медного контактного провода его сопротивление 68 Ом? Удельное сопротивление меди принять равным 0.017 мкОм\*м.
2. Звено железнодорожного рельса при 0 °С имеет длину 25м и удельное сопротивление 0.14 мкОм\*м. Определить температуру рельса, если его сопротивление равно 770 мкОм. Температурный коэффициент сопротивления стали принять равным 3.3 мК. Площадь поперечного сечения рельса - 50см .
3. Обмотки тепловозного тягового двигателя ДК-304В к концу работы имели температуру 70°С и сопротивление 0.024 Ом. Вычислить сопротивление обмоток при охлаждении их до комнатной температуры /20°С/. Обмотки изготовлены из медного провода с температурным коэффициентом сопротивления 4мК.

4. Электродвигатель для перевода железнодорожной стрелки находится на расстоянии 970 м от аппарата централизованного управления. Из скольких медных жил сечением 1мм каждая состоит проводящий ток кабель, если при напряжении 33 В на его концах сила тока в нем составляет 6 А? Удельное сопротивление меди принять равным 0.017 мкОм\*м.
5. Определите напряжение на шинах тяговой подстанции, электровоз потребляет ток 1кА, а напряжение на клеммах токоприёмника электровоза равно 3125 В. Электровоз находился на расстоянии 2 км от подстанции. Принять сопротивление 1км провода контактной сети равным 0.04 Ом, а 1 км рельсовой сети – 0.025 Ом.
6. В момент начало движения электропоезд последовательно с его двигательной секцией ( состоящей из тех параллельных групп попарно соединённых двигателей)вводится реостат. Напряжение контактной сети 3.04 кВ. для нормальной работы каждого двигателя необходимо, чтобы напряжение на нём не превышало 1кВ. Определить величину сопротивление реостата. Сопротивление обмоток двигателя принять равным 2.6 Ом.
7. Электровоз движется со скоростью 54 км/ч и развивает среднюю силу тягу 68.6 кН. Оцените силу потребляемого тока, если напряжение в линии 3кВ, а КПД двигателя составляет 92 %.
8. Приведите примеры вредных и полезных потерь энергии на железнодорожном транспорте.
9. Для нагревания 4.5 л воды от 23<sup>0</sup> С до кипения нагреватель потребляет 0.5кВ\*ч электрической энергии. Чему равен КПД нагревателя?
- 10.Электродпечь системы электрообогрева в железнодорожном пассажирском вагоне имеет мощность 0.5кВт и питается от напряжения 450 В. Определить сопротивление данной печи, а также силу тока, проходящую через неё.
- 11.В чём заключается недостаток электроотопления вагонов и как его можно исправить? На каких железнодорожных ветках в Приморском крае проявляется этот недостаток?
- 12.В вагонном бак вода, имевшая температуру 20<sup>0</sup>С, нагревается при помощи электрокипятильника мощностью 2.5кВт; на нагревание тратится 80% этой мощности. Определить, за какое время 5л воды нагреются до кипения. Удельную теплоёмкость воды принять равной 4,19кДж/ (кг\*К).

### *Электрический ток в различных средах.*

1. Аккумулятор с ЭДС  $2.1\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $0.4\text{ Ом}$  замкнут железным проводником, имеющим поперечное сечение  $1.3\text{ мм}^2$ . Определить длину проводника, если сила тока в цепи  $1.5\text{ А}$ . Удельное сопротивление железа принять равным  $0.13\text{ мкОм}\cdot\text{м}$ .
2. Предельная сила тока при зарядке кислотного аккумулятора с ЭДС  $2\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $0.01\text{ Ом}$  составляет  $20\text{ А}$ . во сколько раз сила тока при котором замыкании аккумулятор больше предельной?

### *Магнитное поле.*

1. Витки обмоток электрических генераторов и трансформаторов деформируются и могут даже разорваться при прохождении по ним очень большого тока. Объясните, почему это происходит?
2. Определите силу, которая будет действовать на кабель, содержащий 150 жил, если этот кабель поместить в магнитное поле  $0.5\text{ Тл}$  перпендикулярно направлению линиям индукции. По каждой из жил, кабеля течёт ток  $40\text{ мА}$ , длина кабеля  $50\text{ см}$ . Площадь поперечного контактного провода  $65\text{ см}^2$ .
3. Контактный провод, площадь поперечного сечения которого  $65\text{ см}^2$ , подвешен в горизонтальной плоскости перпендикулярно магнитному меридиану. По проводнику с запада на восток течёт ток силой  $2.55\text{ А}$ . Какую долю от Веса провода составляет сила, действующая на него со стороны земного магнитного поля? Индукцию магнитного поля Земли принять равной  $50\text{ мТл}$ .
4. Свойства ферромагнетика оставаться ферромагнетиком до точки Кюри и терять и терять магнитные свойства при более высоких температурах используется для создания автоматических регуляторов температуры. Предложите принципиальную конституцию подобного регулятора.
5. Приведите примеры использования магнитной дефектоскопии на железнодорожном транспорте.



### ***Явление электромагнитной индукции.***

1. При движении электровоза под уклоном (или при торможении) его двигатели не только не потребляют электроэнергию, но наоборот могут направлять ее в электросеть. Объясните откуда берется эта энергия.
2. При торможении поезда метро его электродвигатели отключают от контактного рельса и закорачивают через специальные реостаты. Объясните, зачем это делают.

### ***Электромагнитные колебания***

1. Во сколько раз нужно увеличить амплитуду колебаний переменного тока, чтобы количество теплоты, выделяемой электропечью в вагоне, возросло в четыре раза?
2. В чем преимущества генераторов переменного тока перед генераторами постоянного тока? В чем недостаток?
3. Чему равно напряжение между питающими и контактными проводами, контактном проводом и рельсами, питающим проводом и рельсами в системе переменного тока  $2 \times 25$  кВ?
4. Трансформатор с КПД 98% работает при напряжении на первичной обмотке 3кВ и 220В на вторичной. Чему равна сила тока в первичной обмотке трансформатора, если во вторичной она составляет 120А?

### ***Электромагнитные волны.***

1. На каких волнах осуществляется радиосвязь диспетчера на станции с машинистом локомотива? Почему выбран именно этот диапазон волн?
2. Какие меры для снижения радиопомех предусмотрено на железной дороге?
3. Радиосвязь диспетчера с машинистом локомотива осуществляется в дециметровом диапазоне (1-0.1 м). Определить частотный диапазон.

## **ОПТИКА**

### ***Геометрическая оптика.***

1. Объясните принцип действия прожектора. Объяснение поясните схемой .
2. Подсчитайте угол полного внутреннего отражения для оптического кабеля, у канала – сердцевины которого  $n_1=1.61$ , а у оболочки  $n_2=1.54$ .

3. Приведите примеры применения оптического канала на железной дороге.

***Волновая оптика.***

1. Чем объясняется выбор красного, желтого и зеленого цветов сигналов светофора?
2. Где и для чего на железнодорожном транспорте используются лазерные интерферометры?
3. Приведите примеры использования различных излучений на железнодорожном транспорте.
4. Предложите как можно использовать фотоэффект на железнодорожном транспорте.

## Справочный материал для решения задач.

### Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте.

Ускорение при котором пассажир не испытывает дискомфорта- $1,5\text{м/с}^2$

### Замедления при торможении

Тормоза	Замедление
Пневматические	$0,6 - 0,7\text{м/с}^2$
Электротормоза (рекуперативный и реостатный способы торможения)	$0,9\text{ м/с}^2$
Магниторельсовые	$0,9 - 1,1\text{м/с}^2$
В перспективе	До $1,6\text{м/с}^2$

### Тормозной путь

Поезда дальнего следования - от 1000 до 1700м.

Электропоезда – 500м.

### Радиусы закругления

Скорость	Радиус закругления
100 км/ч	Более 600м
160 км/ч	Более 1500м
200 км/ч	Более 2,5 км
250 км/ч	Более 4 км

### Коэффициенты трения на ж/д

Коэффициент трения в подшипниках	От 0,004 до 0,008 ( зимой до 0,015)
Коэффициент трения покоя(колесо – рельс)	0,35
Коэффициент трения скольжения (колесо – рельс)	0,15-0,25
Коэффициент трения в подшипниках (герметические подшипники качения)	0,0025-0,003

### Удельное сопротивление, $10^{-6}\text{Ом}\cdot\text{м}$ .

Алюминий	$0,028 \cdot 10^{-6}$
Медь	$0,017 \cdot 10^{-6}$
Сталь	$0,12 \cdot 10^{-6}$
Человеческая кровь	1,8
Сухая кожа рук	$3,3 \cdot 10^5$

## Технические характеристики локомотивов

### Электропоезд ЭР9Е (9М)



Конструкционная скорость	130 км/ч
Масса	489 кг
Ускорение (при разгоне до 60 км/ч)	0,7м/с <sup>2</sup>
Замедление (при торможении от 130 км/ч)	0,8 м/с <sup>2</sup>
Длина поезда (10 вагонов)	201,5 м
Минимальный радиус закругления (при V = 5км/ч)	100м
Масса моторного вагона	60т
Масса головного вагона	39т
Масса прицепного вагона	37т

## Электровоз ВЛ 80<sup>с</sup>



Конструкционная скорость	110км/ч
Масса	192 т
Наименьший радиус закругления (при $V = 5$ км/ч)	125 м
Торможение	Пневматическое, электрическое реостатное
Номинальное напряжение	25кВ
Частота питающего напряжения	50 Гц

## Тепловоз ТГМ1



Масса	48т
Конструкционная скорость	50 км/ч

## Электровоз ВЛ 80Г



Напряжение контактной сети	25 кВ
Конструкционная скорость	110км/ч
Наименьший радиус закругления (при V = 10 км/ч)	125м
Масса	184 т
Тормоза	Пневматические, электрические

## Тепловоз МГ 2



Масса	32т
Конструкционная скорость	80 км/ч
Минимальный радиус закругления	100м
Сила тяги	6250кг
Тормоза	Пневматические

## Тепловоз ТЭМ 1



Масса	32т
Ширина колеи	1524мм
Конструкционная скорость	100 км/ч
Минимальный радиус закругления	80м
Сила тяги	20000кг
Мощность	1000л.с
Тормоза	Пневматические



### Тепловоз ВМЭ 1



Конструкционная скорость	80 км/ч
Минимальный радиус закругления	50м
Сила тяги	9200кг
Тормоза	Пневматические

### Тепловоз ЧМЭ 2



Конструкционная скорость	70 км/ч
Минимальный радиус закругления	70м
Сила тяги	10400кг
Тормоза	Пневматические

### Список использованной литературы.

1. Кокин С.М. Селезнев В.А. «Физика на железнодорожном транспорте», Москва 1995г.
2. Чарноцкая Л.П. Железная дорога от А до Я. -М: Транспорт, 1990.
3. Калинин Н.И. Общий курс железных дорог. М.: Транспорт, 1990.
4. Кершенбаум В.Я., Фальк В.Э. Горизонты транспортной техники.-М.: Транспорт, 1988.
5. Демкович В.П., «Сборник задач по физике для средних профтехучилищ», Москва «Высшая школа»1987г.
6. Кронгарт Б., Кем В., Койшыбаев Н., . «Физика – 10», Алматы «Мектеп»,2010г.
7. Кронгарт Б., Кем В., Койшыбаев Н., . «Физика – 11», Алматы «Мектеп»,2011 г.
8. Рудая К.И. «Электрическое оборудование тепловозов».Москва ,1990г.
9. Зензинов Н.А., Рыжак С.А. Выдающиеся инженеры и учёные железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт, 1984.
10. Жилин Г.А. «Пассажирский тепловоз ТЭП 60»,Москва «Транспорт»,1980г.